

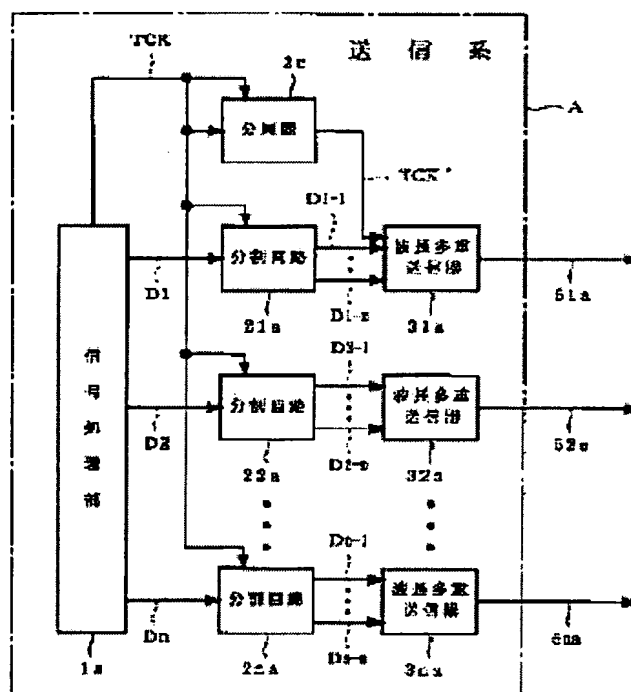
**PARALLEL DATA TRANSMISSION SYSTEM**

**Patent number:** JP2000101669  
**Publication date:** 2000-04-07  
**Inventor:** TSUCHIDA JUNICHI; KAJITA MIKIHIRO  
**Applicant:** NIPPON ELECTRIC CO  
**Classification:**  
- international: **H04J14/00; H04J14/02; H04L7/00; H04L29/00;  
H04J14/00; H04J14/02; H04L7/00; H04L29/00; (IPC1-  
7): H04L29/00; H04J14/00; H04J14/02; H04L7/00**  
- european:  
**Application number:** JP19980271755 19980925  
**Priority number(s):** JP19980271755 19980925

Report a data error here

**Abstract of JP2000101669**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a parallel data transmission system without complicated control for synchronizing between respective transmitting pathes even in the case of fast transmission. **SOLUTION:** Each transmission path 51a to 5na is provided with a dividing means 21a to 2na dividing single data into m-pieces of slow data whose bit rate is 1/m, a transmission means 31a to 3na multiplexing each slow data to send to the transmitting path 51a to 5na, a receiving means separating each separated slow data and a composing means reproducing each separated data to be data before dividing.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-101669

(P2000-101669A)

(43)公開日 平成12年4月7日(2000.4.7)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 L 29/00		H 0 4 L 13/00	S
H 0 4 J 14/00		7/00	Z
14/02		H 0 4 B 9/00	E
H 0 4 L 7/00			

審査請求 有 請求項の数14 O L (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平10-271755

(22)出願日 平成10年9月25日(1998.9.25)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 土田 純一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 梶田 幹浩

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100064621

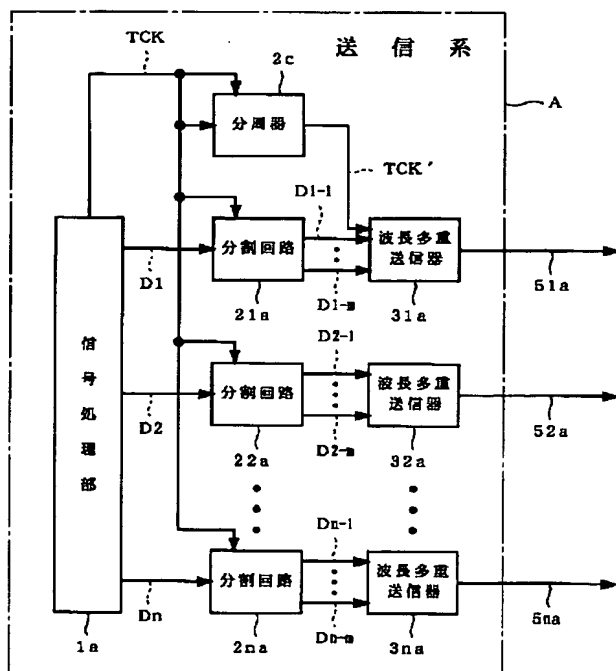
弁理士 山川 政樹

(54)【発明の名称】 並列データ伝送方式

(57)【要約】

【課題】 高速伝送を行う場合であっても各伝送路間で同期をとるのに複雑な制御が必要ない並列データ伝送方式を提供する。

【解決手段】 1本のデータをビットレートが1/mのm本の低速データに分割する分割手段21a~2naと、各低速データを多重化して伝送路51a~5naへ送出する送信手段31a~3naと、多重化された各低速データを分離する受信手段と、分離された各低速データを分割前のデータに再生する合成手段とを各伝送路51a~5na毎に備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信系と受信系との間に並列に接続された複数本の伝送路を介して前記送信系内の複数本のデータを前記受信系へ並列に伝送する並列データ伝送方式において、

予め設定された分割数  $m$  ( $m$  は 2 以上の整数) にしたがって前記送信系内の 1 本の前記データをこのデータに対してビットレートが  $1/m$  の  $m$  本の低速データに分割して出力する分割手段と、

この分割手段の出力側に接続されるとともに 1 本の前記伝送路の一端に接続されかつ前記各低速データを多重化して前記伝送路へ送出する送信手段と、

前記伝送路の他端に接続されかつ前記送信手段により多重化された前記各低速データを分離して出力する受信手段と、

この受信手段の出力側に接続されかつ前記受信手段により分離された前記各低速データを合成することにより分割前の前記データを再生して出力する合成手段とを前記各伝送路毎に備え、

前記各分割手段の分割数  $m$  は、前記各伝送路間で生じるスキューが前記各低速データの周期より小さくなるように設定されており、

前記各合成手段は、第 1 のクロックにより前記各低速データの共通部分で同期をとる手段を含むことを特徴とする並列データ伝送方式。

【請求項 2】 請求項 1 において、

前記各分割手段の分割数  $m$  は、前記各受信手段により分離された前記各低速データの中央部と前記第 1 のクロックとのズレが前記各低速データの周期の  $1/2$  未満となるように設定されていることを特徴とする並列データ伝送方式。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 において、

前記各送信手段は、前記分割手段の出力側に接続されかつ前記各低速データをそれぞれ波長の異なる光信号に変換して出力する電光変換手段と、

この電光変換手段の出力側に接続されるとともに前記伝送路の一端に接続されかつ前記各光信号を結合させて前記伝送路へ送出する波長多重手段とを備え、前記各受信手段は、前記伝送路の他端に接続されかつ前記波長多重手段により結合された前記各光信号を波長毎に分離して出力する波長分離手段と、

この波長分離手段の出力側に接続されかつ前記波長分離手段により分離された前記各光信号をそれぞれ前記各低速データに変換して前記合成手段に出力する光電変換手段とを備えたことを特徴とする並列データ伝送方式。

【請求項 4】 請求項 1 又は 2 において、

前記各送信手段は、前記分割手段の出力側に接続されかつ前記各低速データに割り当てられた互いに周波数の異なる搬送波を前記各低速データで変調して複数の変調波を出力する変調手段と、

この変調手段の出力側に接続されかつ前記各変調波を周波数多重して出力する周波数多重手段と、

前記周波数多重手段の出力側に接続されるとともに前記伝送路の一端に接続されかつ前記周波数多重手段の出力信号を光信号に変換して前記伝送路へ送出する電光変換手段とを備え、

前記各受信手段は、前記伝送路の他端に接続されかつ前記光信号を電気信号に変換して出力する光電変換手段と、

この光電変換手段の出力側に接続されかつ前記電気信号を周波数を基に前記各変調波に分離して出力する周波数分離手段と、

この周波数分離手段の出力側に接続されかつ前記各変調波からこれらの変調波の変調に用いた前記各低速データを復調して前記合成手段に出力する復調手段とを備えたことを特徴とする並列データ伝送方式。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 4 いずれか 1 項において、

さらに、前記各分割手段の同期をとる第 2 のクロックを  $1/m$  分周して第 3 のクロックとして出力する分周手段を備え、

前記各送信手段のうちの 1 個は、前記分周手段の出力側に接続されかつ前記分割手段から出力された前記各低速データとともに前記第 3 のクロックを多重化して送出する手段を含み、

この送信手段と前記伝送路を介して接続された前記受信手段は、前記送信手段により多重化された前記各低速データと前記第 3 のクロックとを分離して前記第 3 のクロックを前記第 1 のクロックとして出力する手段を含むことを特徴とする並列データ伝送方式。

【請求項 6】 送信系と受信系との間に並列に接続された複数本の伝送路を介して前記送信系内の複数本のデータを前記受信系へ並列に伝送する並列データ伝送方式において、

前記送信系内の  $M$  ( $M$  は 2 以上の整数) 本の前記データをこれらのデータに対してビットレートが  $1/2$  の  $2M$  本の低速データに分割して出力する分割手段と、

この分割手段の出力側に接続されかつ前記各低速データの一部を波長多重した第 1 の光信号と前記各低速データの他部を波長多重した第 2 の光信号とを出力する送信手段と、

この送信手段の出力側に接続されるとともに 1 本の前記伝送路の一端に接続されかつ前記第 1 及び第 2 の光信号を互いに偏光状態の異なる光信号に変換して前記伝送路へ送出する偏光多重手段と、

前記伝送路の他端に接続されかつ前記偏光多重手段から送出された前記光信号を偏光状態に基づき前記第 1 及び第 2 の光信号に分離して出力する偏光分離手段と、

この偏光分離手段の出力側に接続されかつ前記第 1 及び第 2 の光信号を前記各低速データに変換して出力する受信手段と、

この受信手段の出力側に接続されかつ前記各低速データを分割前の前記各データ毎に合成して出力する合成手段とを前記各伝送路毎に備え、

分割前の前記M本のデータの周期は、前記各伝送路間で生じるスキューの1/2よりも長く設定されており、前記各合成手段は、第1のクロックにより前記各低速データの共通部分で同期をとる手段を含むことを特徴とする並列データ伝送方式。

【請求項7】 請求項6において、分割前の前記M本のデータの周期は、前記各受信手段から出力された前記各低速データの中央部と前記第1のクロックとのズレが前記各低速データの周期の1/2未満となるように設定されていることを特徴とする並列データ伝送方式。

【請求項8】 請求項6又は7において、前記各送信手段は、前記分割手段の出力側に接続されかつ前記各低速データをそれぞれ波長の異なる光信号に変換して出力する電光変換手段と、

この電光変換手段の出力側に接続されかつ前記電光変換手段から出力された前記光信号の一部と他部とをそれぞれ結合させて前記第1及び第2の光信号を生成して前記偏光多重手段に出力する波長多重手段とを備え、

前記各受信手段は、前記偏光分離手段の出力側に接続されかつ前記第1及び第2の光信号を波長毎に分離して出力する波長分離手段と、

この波長分離手段の出力側に接続されかつ前記波長分離手段により分離された前記各光信号をそれぞれ前記各低速データに変換して前記合成手段に出力する光電変換手段とを備えたことを特徴とする並列データ伝送方式。

【請求項9】 請求項6又は7において、前記各送信手段は、前記分割手段の出力側に接続されかつ前記各低速データに割り当てられた互いに周波数の異なる搬送波を前記各低速データで変調して複数の変調波を出力する変調手段と、

この変調手段の出力側に接続されかつ前記各変調波の一部を周波数多重した第1の電気信号と前記各変調波の他部を周波数多重した第2の電気信号とを出力する周波数多重手段と、

前記周波数多重手段の出力側に接続されかつ前記第1及び第2の電気信号をそれぞれ前記第1及び第2の光信号に変換して前記偏光多重手段に出力する電光変換手段とを備え、

前記各受信手段は、前記偏光分離手段の出力側に接続されかつ前記第1及び第2の光信号をそれぞれ前記第1及び第2の電気信号に変換して出力する光電変換手段と、この光電変換手段の出力側に接続されかつ前記第1及び第2の電気信号を周波数を基に前記各変調波に分離して出力する周波数分離手段と、

この分離手段の出力側に接続されかつ前記各変調波からこれらの変調波の変調に用いた前記各低速データを復調

して前記合成手段に出力する復調手段とを備えたことを特徴とする並列データ伝送方式。

【請求項10】 請求項6～9いずれか1項において、さらに、前記各分割手段の同期をとる第2のクロックを1/2分周して第3のクロックとして出力する分周手段を備え、

前記各送信手段のうちの1個は、前記分周手段の出力側に接続されかつ前記各低速データの一部とともに前記第3のクロックを波長多重して前記第1の光信号として出力する手段を含み、

この送信手段と前記伝送路を介して接続された前記受信手段は、前記第1の光信号を前記各低速データと前記第3のクロックとに変換して前記第3のクロックを前記第1のクロックとして出力する手段を含むことを特徴とする並列データ伝送方式。

【請求項11】 請求項6～10いずれか1項において、

前記第1の光信号は、前記各データを分割して得られたそれぞれ一方の前記各低速データを基に生成された光信号であり、

前記第2の光信号は、前記各データを分割して得られたそれぞれ他方の前記各低速データを基に生成された光信号であることを特徴とする並列データ伝送方式。

【請求項12】 請求項6～11いずれか1項において、

前記偏光多重手段は、前記第1又は第2の光信号の偏光面を回転させる偏光回転子を含むことを特徴とする並列データ伝送方式。

【請求項13】 請求項6～12いずれか1項において、

前記偏光多重手段は、前記第1及び第2の光信号それぞれの偏光面を直交させることを特徴とする並列データ伝送方式。

【請求項14】 請求項13において、前記各伝送路は、入射された光信号の偏光状態が保持される偏光保持ファイバであることを特徴とする並列データ伝送方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、送信系と受信系との間に並列に接続された複数本の伝送路を介して送信系内の複数本のデータを受信系へ並列に伝送する並列データ伝送方式に関する。

【0002】

【従来の技術】単体コンピュータの性能には限界があるため、近年では複数のコンピュータによる分散処理が主流となりつつある。これに伴い、コンピュータ間でのデータ伝送の高速化・大容量化に対する要望がますます大きくなってきた。そこで、コンピュータ内の複数本のデータを、複数本の伝送路からなる並列伝送路に並列デー

タとして送出してデータ伝送を行う並列データ伝送方式が提案されている。この並列データ伝送方式で問題となるのは、各伝送路間で生じる遅延時間の差、すなわちスキューである。

【0003】図15は、スキューにより発生する問題を説明するためのタイミングチャートであり、(a)は送信クロックTCK、(b)は送信データD1、(c)は送信データDn、(d)は受信クロックRCK、(e)は受信データD1、(f)は受信データDnをそれぞれ示している。ここで、nは2以上の整数である（以下、同じ）。送信系と受信系とを接続する各伝送路の長さの違いや、各伝送路毎に設けられた送受信器の特性のバラツキ等により、各伝送路を信号が通過するときの遅延時間に違いが生じる。この場合、図15に示すように、送信系から共通の送信クロックTCKに同期してn本の送信データD1～Dnが送出されても、受信系ではn本の受信データD1～Dnの間でスキューが生じる。

【0004】通常、クロックTCK、RCKの立ち上がりをデータD1～Dnの中央部に合わせて、各データD1～Dnの同期をとる。ところが、受信データD1～Dnそれぞれの中央部の受信クロックRCKに対するズレが受信クロックRCKの1/2周期以上になると、共通の受信クロックRCKで同期をとれなくなる。例えば図15(e)、(f)に示すように、受信データD1の「D11」がラッチされるときに、受信データDnの「Dn0」がラッチされることになり、受信系で正しいデータを読み込むことができなくなる。

【0005】そこで、各伝送路間で同期をとれるように、スキューを補正するための手段を備えた並列データ伝送方式が提案された。図16は、かかるスキュー補正手段の構成の一例を示すブロック図である。図16に示したスキュー補正手段は、受信系に設けられるものであり、基準系列である伝送路1001に接続された第1の同期手段1011と、他の伝送路1002～100nのそれぞれに接続された第2の同期手段1012～101nとにより構成されている。

【0006】第1の同期手段1011は伝送路1001の受信データD1の同期をとるものである。第2の同期手段1012～101nのそれぞれは第1の同期手段1011の出力側に接続されており、第1の同期手段1011が受信データD1に対してフレーム同期をかけると、第2の同期手段1012～101nのそれぞれはこの同期情報を受けて、伝送路1002～100nの受信データD2～Dnに対してフレーム同期をかける。これにより、すべての受信データD1～Dnのフレーム位相が基準系列の受信データD1のフレーム位相に揃うことになるので、各受信データD1～Dnの間で生じるスキューが除去される。このスキュー補正手段は、特開平5-37580号公報に記載されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、大容量のデータ伝送を行う場合、伝送路1001～100nの本数が非常に多くなる。例えば、スーパーコンピュータのノード間接続では、1Gbpsの伝送路1001～100nが数十～数百となる。このような場合に、各伝送路1001～100nで同期をとるためにスキュー補正手段を設けると、すべての伝送路1001～100n間の遅延情報を監視して、各伝送路1001～100nの遅延時間を制御する必要があるので、特にGbpsクラスの高速伝送では制御が複雑になるという問題があった。

【0008】本発明はこのような課題を解決するためになされたものであり、その目的は、高速伝送を行う場合であっても各伝送路間で同期をとるのに複雑な制御が必要ない並列データ伝送方式を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を解決するために、本発明は、送信系と受信系との間に並列に接続された複数本の伝送路を介して送信系内の複数本のデータを受信系へ並列に伝送する並列データ伝送方式において、予め設定された分割数m（mは2以上の整数）にしたがって送信系内の1本のデータをこのデータに対してビットレートが1/mのm本の低速データに分割して出力する分割手段と、この分割手段の出力側に接続されるとともに1本の伝送路の一端に接続されかつ各低速データを多重化して伝送路へ送出する送信手段と、伝送路の他端に接続されかつ送信手段により多重化された各低速データを分離して出力する受信手段と、この受信手段の出力側に接続されかつ受信手段により分離された各低速データを合成することにより分割前のデータを再生して出力する合成手段とを各伝送路毎に備え、各分割手段の分割数mは、各伝送路間で生じるスキューが各低速データの周期より小さくなるように設定されており、各合成手段は、第1のクロックにより各低速データの共通部分で同期をとる手段を含んでいる。また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、各分割手段の分割数mは、各受信手段により分離された各低速データの中央部と第1のクロックとのズレが各低速データの周期の1/2未満となるように設定されている。また、請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の発明において、各送信手段は、分割手段の出力側に接続されかつ各低速データをそれぞれ波長の異なる光信号に変換して出力する電光変換手段と、この電光変換手段の出力側に接続されるとともに伝送路の一端に接続されかつ各光信号を結合させて伝送路へ送出する波長多重手段とを備え、各受信手段は、伝送路の他端に接続されかつ波長多重手段により結合された各光信号を波長毎に分離して出力する波長分離手段と、この波長分離手段の出力側に接続されかつ波長分離手段により分離された各光信号をそれぞれ各低速データに変換して合成手段に出力する光電変換手段とを備えている。また、請求項4記載の発明は、請

求項 1 又は 2 記載の発明において、各送信手段は、分割手段の出力側に接続されかつ各低速データに割り当てられた互いに周波数の異なる搬送波を各低速データで変調して複数の変調波を出力する変調手段と、この変調手段の出力側に接続されかつ各変調波を周波数多重して出力する周波数多重手段と、周波数多重手段の出力側に接続されるとともに伝送路の一端に接続されかつ周波数多重手段の出力信号を光信号に変換して伝送路へ送出する電光変換手段とを備え、各受信手段は、伝送路の他端に接続されかつ光信号を電気信号に変換して出力する光電変換手段と、この光電変換手段の出力側に接続されかつ電気信号を周波数を基に各変調波に分離して出力する周波数分離手段と、この周波数分離手段の出力側に接続されかつ各変調波からこれらの変調波の変調に用いた各低速データを復調して合成手段に出力する復調手段とを備えている。また、請求項 5 記載の発明は、請求項 1～4 いずれか 1 項記載の発明において、さらに、各分割手段の同期をとる第 2 のクロックを  $1/m$  分周して第 3 のクロックとして出力する分周手段を備え、各送信手段のうちの 1 個は、分周手段の出力側に接続されかつ分割手段から出力された各低速データとともに第 3 のクロックを多重化して送出する手段を含み、この送信手段と伝送路を介して接続された受信手段は、送信手段により多重化された各低速データと第 3 のクロックとを分離して第 3 のクロックを第 1 のクロックとして出力する手段を含んでいる。また、請求項 6 記載の発明は、送信系と受信系との間に並列に接続された複数本の伝送路を介して送信系内の複数本のデータを受信系へ並列に伝送する並列データ伝送方式において、送信系内の  $M$  ( $M$  は 2 以上の整数) 本のデータをこれらのデータに対してビットレートが  $1/2$  の  $2M$  本の低速データに分割して出力する分割手段と、この分割手段の出力側に接続されかつ各低速データの一部を波長多重した第 1 の光信号と各低速データの他部を波長多重した第 2 の光信号とを出力する送信手段と、この送信手段の出力側に接続されるとともに 1 本の伝送路の一端に接続されかつ第 1 及び第 2 の光信号を互いに偏光状態の異なる光信号に変換して伝送路へ送出する偏光多重手段と、伝送路の他端に接続されかつ偏光多重手段から送出された光信号を偏光状態に基づき第 1 及び第 2 の光信号に分離して出力する偏光分離手段と、この偏光分離手段の出力側に接続されかつ第 1 及び第 2 の光信号を各低速データに変換して出力する受信手段と、この受信手段の出力側に接続されかつ各低速データを分割前の各データ毎に合成して出力する合成手段とを各伝送路毎に備え、分割前の  $M$  本のデータの周期は、各伝送路間で生じるスキューの  $1/2$  よりも長く設定されており、各合成手段は、第 1 のクロックにより各低速データの共通部分で同期をとる手段を含んでいる。また、請求項 7 記載の発明は、請求項 6 記載の発明において、分割前の  $M$  本のデータの周期は、各受信手段から出力さ

れた各低速データの中央部と第 1 のクロックとのズレが各低速データの周期の  $1/2$  未満となるように設定されている。また、請求項 8 記載の発明は、請求項 6 又は 7 記載の発明において、各送信手段は、分割手段の出力側に接続されかつ各低速データをそれぞれ波長の異なる光信号に変換して出力する電光変換手段と、この電光変換手段の出力側に接続されかつ電光変換手段から出力された光信号の一部と他部とをそれぞれ結合させて第 1 及び第 2 の光信号を生成して偏光多重手段に出力する波長多重手段とを備え、各受信手段は、偏光分離手段の出力側に接続されかつ第 1 及び第 2 の光信号を波長毎に分離して出力する波長分離手段と、この波長分離手段の出力側に接続されかつ波長分離手段により分離された各光信号をそれぞれ各低速データに変換して合成手段に出力する光電変換手段とを備えている。また、請求項 9 記載の発明は、請求項 6 又は 7 記載の発明において、各送信手段は、分割手段の出力側に接続されかつ各低速データに割り当てられた互いに周波数の異なる搬送波を各低速データで変調して複数の変調波を出力する変調手段と、この変調手段の出力側に接続されかつ各変調波の一部を周波数多重した第 1 の電気信号と各変調波の他部を周波数多重した第 2 の電気信号とを出力する周波数多重手段と、周波数多重手段の出力側に接続されかつ第 1 及び第 2 の電気信号をそれぞれ第 1 及び第 2 の光信号に変換して偏光多重手段に出力する電光変換手段とを備え、各受信手段は、偏光分離手段の出力側に接続されかつ第 1 及び第 2 の光信号をそれぞれ第 1 及び第 2 の電気信号に変換して出力する光電変換手段と、この光電変換手段の出力側に接続されかつ第 1 及び第 2 の電気信号を周波数を基に各変調波に分離して出力する周波数分離手段と、この分離手段の出力側に接続されかつ各変調波からこれらの変調波の変調に用いた各低速データを復調して合成手段に出力する復調手段とを備えている。また、請求項 10 記載の発明は、請求項 6～9 いずれか 1 項記載の発明において、さらに、各分割手段の同期をとる第 2 のクロックを  $1/2$  分周して第 3 のクロックとして出力する分周手段を備え、各送信手段のうちの 1 個は、分周手段の出力側に接続されかつ各低速データの一部とともに第 3 のクロックを波長多重して第 1 の光信号として出力する手段を含み、この送信手段と伝送路を介して接続された受信手段は、第 1 の光信号を各低速データと第 3 のクロックとに変換して第 3 のクロックを第 1 のクロックとして出力する手段を含んでいる。また、請求項 11 記載の発明は、請求項 6～10 いずれか 1 項記載の発明において、第 1 の光信号は、各データを分割して得られたそれぞれ一方の各低速データを基に生成された光信号であり、第 2 の光信号は、各データを分割して得られたそれぞれ他方の各低速データを基に生成された光信号である。また、請求項 12 記載の発明は、請求項 6～11 いずれか 1 項記載の発明において、偏光多重手段は、第 1 又は第

2の光信号の偏光面を回転させる偏光回転子を含んでいる。また、請求項13記載の発明は、請求項6～12いずれか1項記載の発明において、偏光多重手段は、第1及び第2の光信号それぞれの偏光面を直交させる。また、請求項14記載の発明は、請求項13記載の発明において、各伝送路は、入射された光信号の偏光状態が保持される偏光保持ファイバである。

【0010】送信系内のデータを分割した低速データを受信系に送出する。これにより、受信系では各伝送路間のスキューよりも周期の長い低速データが受信されるので、スキューを補正することなく各伝送路間で同期をとることができる。また、送信系内のM本のデータを2M本の低速データに分割し、これらを二分してそれぞれ波長多重した後、互いに偏光状態の異なる光信号に変換して伝送する。これにより、伝送路における波長多重が限界の場合でも、受信系では各伝送路間のスキューよりも周期の長い低速データが受信される。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。

（第1の実施の形態）図1は、本発明による並列データ伝送方式の第1の実施の形態の全体構成を示すブロック図である。この並列データ伝送方式は、送信系Aと、受信系Bと、この送信系Aと受信系Bとを接続するn本の伝送路51a, 52a, ..., 5naからなる並列伝送路とにより構成されている。

【0012】まず、送信系Aの構成について説明する。図2は、送信系Aの構成を示すブロック図である。送信系Aは、信号処理部1aと、n個の分割回路（分割手段）21a, 22a, ..., 2naと、分周器2cと、n個の波長多重送信器（送信手段）31a, 32a, ..., 3naとにより構成されている。信号処理部1aは、n本の送信データD1, D2, ..., Dnを並列に出力するとともに、送信クロック（第2のクロック）TCKを出力するものである。

【0013】この信号処理部1aの出力側には、n個の分割回路21a～2naが並列に接続されている。分割回路21a～2naのそれぞれは、送信クロックTCKに同期して、信号処理部1aから出力される送信データD1～Dnのうちの1本を、ビットレートが1/m（mは2以上の整数）のm本の低速データに分割するものである。例えば、送信データD1は分割回路21aにより、m本の低速データD1-1, D1-2, ..., D1-mに分割される。分割回路21a～2naはそれぞれデマルチプレクサにより構成される。

【0014】さらに信号処理部1aの出力側には、分周器2cが接続されている。この分周器2cは、各分割回路21a～2naの同期をとる送信クロックTCKを分周して、分周送信クロック（第3のクロック）TCK'を出力するものである。分割回路21a～2naが送信

データD1～Dnを分割する数（以下、分割数という）がmに設定されている場合、分周器2cは送信クロックTCKを1/mに分周する。

【0015】各分割回路21a～2naの出力側にはそれぞれ波長多重送信器31a～3naが接続されている。波長多重送信器31a～3naはそれぞれ、分割回路21a～2naから出力された低速データD1-1～D1-m, ..., Dn-1～Dn-mを、多重化した光信号に変換して、伝送路51a～5naへ送出するものである。なお、波長多重送信器31aは分周器2cの出力側にも接続されており、低速データD1-1～D1-mとともに分周送信クロックTCK'を多重化した光信号に変換する。

【0016】伝送路51a～5naは光ファイバにより構成される。互いに波長の異なる光信号は、1本の伝送路内で干渉し合うことがない。このため、波長の異なる光信号を1本の伝送路で伝送できる。したがって、n本の送信データD1～Dnを低速データに分割しても、波長多重することにより、そのままn本の伝送路31a～3naで伝送できる。

【0017】ここで、波長多重送信器31aの構成と動作について説明する。図3は、波長多重送信器31aの構成を示すブロック図である。図3に示した波長多重送信器31aは、低速データD1-1～D1-mと分周送信クロックTCK'とがそれぞれ入力されるレーザダイオード駆動回路111, 112, ..., 11m, 11cと、各レーザダイオード駆動回路111～11m, 11cにそれぞれ接続されたレーザダイオード（以下、LDと略記する）121, 122, ..., 12m, 12cと、LD121～12m, 12cの出力側に接続されるとともに伝送路51aの一端に接続されたフォトキャプラ131とにより構成されている。

【0018】LD駆動回路111～11mはそれぞれ、低速データD1-1～D1-mに基づき、各LD121～12mを駆動するものである。LD駆動回路11cは分周送信クロックTCK'に基づき、LD12cを駆動するものである。LD121～12m, 12cには、互いに発振波長の異なるものが使用される。例えば、1300nmを中心波長として、数nmづつ発振波長の異なるLDが使用される。フォトキャプラ131は、各LD121～12m, 12cの出力を結合するものである。なお、LD駆動回路111～11m, 11cとLD121～12m, 12cとにより電光変換手段が構成され、フォトキャプラ131により波長多重手段が構成される。

【0019】各低速データD1-1～D1-mと分周送信クロックTCK'とに基づいてLD121～12m, 12cが駆動されるので、各低速データD1-1～D1-m及び分周送信クロックTCK'はそれぞれ波長の異なる光信号に変換される。そして、波長の異なる複数本の光信号はフォトキャプラ131により1本の光信号に結

合され、伝送路51aの一端に入射される。

【0020】図4は、波長多重送信器31aの他の構成を示すブロック図である。図4に示した波長多重送信器31aは、低速データD1-1～D1-mと分周送信クロックTCK'とがそれぞれ入力される変調器141, 142, ..., 14m, 14cと、各変調器141～14m, 14cの出力側に接続された周波数多重回路132と、この周波数多重回路132の出力側に接続されたLD駆動回路110と、このLD駆動回路110に接続されるとともに伝送路51aの一端に接続されたLD120とにより構成されている。なお、変調器141～14m, 14cにより変調手段が構成され、LD駆動回路110とLD120とにより電光変換手段が構成される。

【0021】各変調器141～14m, 14cには図示しない発振器から、各低速データD1-1～D1-m及び分周送信クロックTCK'に割り当てられた互いに周波数の異なる搬送波が入力されている。各変調器141～14m, 14cはそれぞれ、これらの搬送波を低速データD1-1～D1-m及び分周送信クロックTCK'で変調して、周波数多重回路132に出力する。周波数多重回路132は、各変調器141～14m, 14cで変調された変調波を周波数多重して、LD駆動回路110に与える。LD駆動回路110は周波数多重回路132の出力に基づきLD120を駆動するので、周波数多重回路132の出力はLD120により波長多重された1本の光信号に変換されて、伝送路51aの一端に入射される。

【0022】このように、波長多重送信器31aは、図3及び図4に示した何れの構成であってもよい。なお、図3及び図4に示した波長多重送信器31aは、発光素子として電光変換素子としてLDを用いているが、これに代えて発光ダイオードを用いてもよい。また、他の波長多重送信器32a～3naも波長多重送信器31aとほぼ同様の構成をしている。ただし、他の波長多重送信器32a～3naは、図3におけるLD駆動回路11c及びLD12c、又は図4における変調器14cを含まない。

【0023】次に、受信系Bの構成について説明する。図5は、図1における受信系Bの構成を示すブロック図である。受信系Bは、n個の受信器（受信手段）71a, 72a, ..., 7naと、n個の合成器（合成手段）81a, 82a, ..., 8naと、通倍器8cと、信号処理部9aとにより構成されている。

【0024】伝送路51a～5naの他端にはそれぞれ受信器71a～7naが接続されている。受信器71a～7naはそれぞれ、波長多重送信器31a～3naにより多重化された光信号を、原低速データD1-1～D1-m, ..., Dn-1～Dn-mに変換して出力するものである。なお、伝送路51aを介して送信系Aの

波長多重送信器31aに接続された受信器71aは、波長多重送信器31aにより多重化された光信号を、原低速データD1-1～D1-mと分周送信クロックTCK'とに変換して、分周送信クロックTCK'を分周受信クロック（第1のクロック）RCK'として出力する。

【0025】受信器71a～7naの出力側にはそれぞれ合成回路81a～8naが接続されている。さらに、合成回路81a～8naには、受信器71aから出力される分周受信クロックRCK'が入力される。合成回路81a～8naのそれぞれは、分周受信クロックRCK'に同期して、受信器71a～7naから出力される低速データD1-1～D1-m, ..., Dn-1～Dn-mのうちのm本を合成して、ビットレートがm倍の受信データD1～Dnに再生するものである。合成回路81～8naはそれぞれマルチプレクサにより構成される。

【0026】また、受信器71aの出力側には、通倍器8cが接続されている。この通倍器8cは、各合成回路81a～8naの同期をとる分周受信クロックRCK'をm通倍して、分周前の送信クロックTCKを再生した受信クロックRCKを出力するものである。合成回路81a～8na及び通倍器8cの出力側には信号処理部9aが接続されており、この信号処理部9aにn本の受信データD1～Dnが並列に入力されるとともに、受信クロックRCKが入力される。

【0027】ここで、受信器71aの構成と動作について説明する。図6は、受信器71aの構成を示すブロック図である。図6に示した受信器71aは、伝送路51aの他端に接続された波長フィルタ151と、この波長フィルタ151の出力側に接続されたフォトダイオード（以下、PDと略記する）161, 162, ..., 16m, 16cと、各PD161～16m, 16cにそれぞれ接続された増幅回路171, 172, ..., 17m, 17cとにより構成されている。

【0028】波長フィルタ151は、波長多重送信器31aにより波長多重された光信号を、波長が異なるm+1本の光信号に分離して出力するものである。周波数フィルタ211～21nには、例えばAWG（Array Wave guide Grating）フィルタが使用される。PD161～16m, 16cのそれぞれは、波長フィルタ151から出力される光信号を電気信号に変換するものである。また、増幅回路171～17n, 17cはそれぞれPD161～16m, 16cの出力をロジックレベルに増幅するものである。なお、波長フィルタ151により波長分離手段が構成され、PD161～16m, 16cと増幅回路171～17n, 17cとにより光電変換手段が構成される。

【0029】伝送路51aの他端へ伝送された光信号は、波長フィルタ151により波長毎に分離される。波



長毎に分離された光信号はPD161~16m, 16cのいずれかに入力され、そこで光電変換されて、送信系Aの波長多重送信器31aで電光変換される前の低速データD1-1~D1-mと分周送信クロックTCK'とに変換され、増幅回路171~17mから出力される。ただし、分周送信クロックTCK'は、分周受信クロックRCK'として出力される。

【0030】図7は、受信器71aの他の構成を示すブロック図である。図7に示した受信器71aは、伝送路51aの他端に接続されたPD160と、このPD160に接続された増幅回路170と、この増幅回路170の出力側に接続された周波数分離回路152と、この周波数分離回路152の出力側に接続された復調器181, 182, ..., 18m, 18cとにより構成されている。

【0031】PD160は、波長多重送信器31aにより波長多重された光信号を電気信号に変換するものである。増幅回路170はPD160の出力をロジックレベルに増幅するものである。周波数分離回路152は、光電変換された電気信号を、周波数を基にm+1本の変調波に分離するものである。復調器181~18m, 18cのそれぞれは、周波数分離回路152により分離された変調波から、この変調波の変調に用いた低速データD1-1~D1-m及び分周送信クロックTCK'を復調するものである。なお、PD160と増幅回路170とにより光電変換手段が構成され、復調器181~18m, 18cにより復調手段が構成される。

【0032】伝送路51aの他端へ伝送された光信号は、PD160により光電変換される。PD160で光電変換された電気信号は、異なる周波数成分をもつ変調波の束である。この電気信号を周波数分離回路152で周波数毎に分離することで、各変調波を分離できる。そして、各変調波はそれぞれ送信系Aにおける低速データD1-1~D1-m及び分周送信クロックTCK'に対応するので、各復調器181~18m, 18cにより復調されて出力される。ただし、分周送信クロックTCK'は、分周受信クロックRCK'として出力される。

【0033】このように、受信器71aは、図6及び図7に示した何れの構成であってもよい。また、他の受信器72a~7naも受信器71aとほぼ同様の構成をしている。ただし、他の波長多重送信器72a~7naは、図6におけるPD16c及び増幅回路17c、又は図7における復調器18cを含まない。

【0034】次に、図8及び図9を用いて、図1に示した並列データ伝送方式の動作を説明する。図8は、分割回路21a~2naの分割数m=2の場合における送信系A内のデータ及びクロックのタイミングチャートであり、(a)は送信クロックTCK、(b)は送信データD1、(c)は低速データD1-1、(d)は低速データD1-2、(e)は送信データDn、(f)は低速デ

ータDn-1、(g)は低速データDn-2、(h)は分周送信クロックTCK'をそれぞれ示している。また、図9は、同じくm=2の場合における受信系B内のデータ及びクロックのタイミングチャートであり、

(a)は分周受信クロックRCK'、(b)は低速データD1-1、(c)は低速データD1-2、(d)は低速データDn-1、(e)は低速データDn-2、(f)は受信データD1、(g)は受信データDn、(h)は受信クロックRCKをそれぞれ示している。

【0035】送信系Aにおいて、信号処理部1aはn本の送信データD1~Dnをそれぞれ分割回路21a~2naに並列に出力する。また、信号処理部1aは送信クロックTCKを各分割回路21a~2naに出力する。このとき、図8(a)に示すように、送信クロックTCKの立ち上がりを各送信データD1~Dnの中央部に合わせて出力する。

【0036】送信データD1が入力された分割回路21aは、送信クロックTCKの立ち上がりと同期して、図8(b)に示す送信データD1を図8(c)、(d)に示すように、ビットレートが1/2の2本の低速データD1-1、D1-2に分割して、波長多重送信器31aに出力する。各低速データD1-1、D1-2のビットレートが送信データD1の1/2であるから、各低速データD1-1、D1-2の周期は送信データD1の2倍となる。また、分周器2cは、送信クロックTCKを図8(h)に示すように1/2分周して、分周送信クロックTCK'として波長多重送信器31aに出力する。このとき分周器2cは、分周送信クロックTCK'の立ち上がりが低速データD1-1~Dn-2の中央部にくるように分周する。

【0037】波長多重送信器31aは、各低速データD1-1、D1-2と分周送信クロックTCK'とを多重化した光信号に変換して、伝送路51aの一端へ入射して受信系Bに伝送する。他のチャネルについても同様に、送信データD2~Dnを分割後、多重化光信号に変換して伝送路52a~5naで受信系Bに伝送するが、分周送信クロックTCK'は伝送路51aのみで伝送される。

【0038】受信系Bでは、受信器71aが伝送路51aにより伝送された光信号を、図9(a)~(c)に示す原低速データD1-1、D1-2と分周受信クロックRCK'とに分離して、合成回路81aに出力する。ここで、分周受信クロックRCK'は分周送信クロックTCK'と同じものであるから、分周受信クロックRCK'の周期は受信系における低速データD1-1、D1-2と同じである。合成回路81aは、低速データD1-1、D1-2と分周受信クロックRCK'とが入力されると、分周受信クロックRCK'の立ち上がりに合わせて、低速データD1-1とD1-2とを合成する。これにより、図9(f)に示すような送信データD1と同

じ受信データD1が再生され、信号処理部9aに出力される。

【0039】他のチャネルについても同様に、伝送路52a～5naからの光信号を原低速データD2-1～Dn-2に変換した後、それぞれ合成して信号処理部9aに出力する。また、通倍器8cは分周受信クロックRCK'を2通倍して、図9(h)に示すような送信クロックTCKと同じ受信クロックRCKを信号処理部9aに出力する。

【0040】図1に示した並列データ伝送方式の場合でも、伝送路51a～5naの長さの違いや、送信器31a～3na及び受信器71a～7na等の特性のパラッキにより、図9(b)～(e)に示すように伝送路51a～5na間でスキューが生じる。ここで生じたスキューが図15と同程度であれば、低速データD1-1～Dn-2の周期が受信データD1～Dnの2倍であるから、低速データD1-1～Dn-2それぞれの中央部と分周受信クロックRCK'の立ち上がりとのズレが、低速データD1-1～Dn-2の周期の1/2未満になる。この場合、分周受信クロックRCK'を共通のクロックとして同期をとることができるので、受信系Bでスキュー補正をする必要がない。

【0041】また、伝送路51a～5naの長さの違い等の理由でスキューが大きくなる場合や、送信データD1～Dnが高速でありスキューの影響が大きい場合でも、分割回路21a～2naの分割数mを調節することにより、スキューを補正する必要をなくすることができる。

【0042】なお、一般にクロックの立ち上がり又は立ち下がりデータをデータの中央部に合わせて同期をとる場合が多いので、これにしたがって説明を進めたが、図1に示した並列データ伝送方式では必ずしも各低速データD1-1～Dn-mの中央部で同期をとる必要はない。ただし、この場合でも、各低速データD1-1～Dn-mの周期よりスキューが小さくなるように分割回路21a～2naの分割数mを設定し、各低速データD1-1～Dn-mの共通部分(例えば、図9(b)～(e)におけるD10, D11, ..., Dn0, Dn1の共通部分)で同期をとれるようにする必要がある。

【0043】ここでは光伝送による並列データ伝送方式について説明したが、これを電気伝送で行うこともできる。この場合、例えば、図4における変調器141～14m(14c)と周波数多重回路132とならなるものを送信器として使用し、図7における周波数分離回路152と復調器181～18m(18c)とからなるものを受信器として使用し、伝送路としてペアケーブル又は同軸ケーブルを使用することにより実現できる。制御方法は基本的に光伝送の場合と同様である。

【0044】(第2の実施の形態)図1に示した並列データ伝送方式は、複数本のデータを一旦分割したあと多

重化して、それぞれ1本の伝送路51a～5naで伝送するものである。しかし、大容量伝送のために、もともと波長多重した信号を伝送路51a～5naで伝送することが前提であるときには、波長多重にも限界があるので、並列データを分割して更に波長多重することが困難な場合がある。このような場合の並列データ伝送方式について説明する。

【0045】本発明による並列データ伝送方式の第2の実施の形態は、送信系Aと、受信系Bと、この送信系Aと受信系Bとを接続するn本の伝送路51b, 52b, ..., 5nbからなる並列伝送路とにより構成されている。まず、送信系Aについて説明する。図10は、第2の実施の形態の送信系Aの構成を示すブロック図である。また図11は、図10における分割手段21b、送信手段31b及び偏光多重手段41の構成を示すブロック図である。図10及び図11において、図1に示した並列データ伝送方式と同一又は同等部分を同一符号をもって示し、適宜その説明を省略する。

【0046】図10に示すように、送信系Aは、信号処理部1bと、n個の分割手段21b, 22b, ..., 2nbと、分周器2cと、n個の送信手段31b, 32b, ..., 3nbと、n個の偏光多重手段41, 42, ..., 4nとにより構成されている。信号処理部1bは、n×M本の送信データD1, D2, ..., DnMを並列に出力するとともに、送信クロックTCKを出力するものである。ここで、Mは2以上の整数であり、M本のデータの多重化された信号がそれぞれ1本の伝送路51b～5nbに送出される。

【0047】この信号処理部1bの出力側には、n個の分割手段21b～2nbが並列に接続されている。各分割手段21b～2nbにはそれぞれ送信データD1～DnMのうちのM本が入力される。各分割手段21b～2nbは、送信クロックTCKに同期して、入力される送信データD1～DnMのそれぞれを、各送信データD1～DnMに対してビットレートが1/2の2本の低速データD1-1, D1-2, ..., DnM-1, DnM-2に分割するものである。分割手段21bは、図11に示すように、図2における分割回路21aと同じ構成のM個の分割回路211～21Mにより構成されている。他の分割手段22b～2nbについても同様である。

【0048】図10に示すように、分割手段21b～2nbの出力側にはそれぞれ送信手段31b～3nbが接続されている。送信手段31b～3nbはそれぞれ、分割手段21b～2nbから出力された低速データD1-1～DnM-2の一部を波長多重した第1の光信号と低速データD1-1～DnM-2の他部を波長多重した第2の光信号とを出力するものである。

【0049】送信手段31bは、図11に示すように、図2における波長多重送信器31a, 32aとそれぞれ

同じ構成の2個の波長多重送信器311、312により構成されている。一方の波長多重送信器311には、各送信データD1~DMを分割して得られたそれぞれ一方の低速データD1-1、D2-1、・・・、DM-1が入力されるとともに、分周送信クロックTCK'が入力される。この波長多重送信器311は、各低速データD1-1~DM-1と分周送信クロックTCK'とを波長多重した第1の光信号を出力する。

【0050】また、他方の波長多重送信器312には、各送信データD1~DMを分割して得られたそれぞれ他方の低速データD1-2、D2-2、・・・、DM-2が入力されており、この波長多重送信器312は各低速データD1-2~DM-2を波長多重した第2の光信号を出力する。各波長多重送信器311、312の電光変換に使用されるLDからは、偏光面が一定の光信号が出力される。なお、波長多重送信器311、312が図3に示した波長多重送信器31aと同様の構成をしている場合、波長多重送信器311、312それぞれの電光変換手段により送信手段31bの電光変換手段が構成され、波長多重送信器311、312それぞれの波長多重手段により送信手段31bの波長多重手段が構成される。

【0051】また、波長多重送信器311、312が図4に示した波長多重送信器31aと同様の構成をしている場合、波長多重送信器311、312それぞれの変調手段により送信手段31bの変調手段が構成され、波長多重送信器311、312それぞれの周波数多重回路132により送信手段31bの周波数多重手段が構成され、波長多重送信器311、312それぞれの電光変換手段により送信手段31bの電光変換手段が構成される。ここで、波長多重送信器311の変調手段から出力された複数の変調波を周波数多重したものを第1の電気信号とし、波長多重送信器312の変調手段から出力された複数の変調波を周波数多重したものを第2の電気信号とする。これら第1及び第2の電気信号はそれぞれ、各波長多重送信器311、312の電光変換手段により、第1及び第2の光信号に変換される。

【0052】他の送信手段32b~3nbには分周送信クロックTCK'が入力されないで、他の送信手段32b~3nbは図2における波長多重送信器32aと同じ構成の2個の波長多重送信器により構成されている。

【0053】図10に示すように、送信手段31b~3nbの出力側と伝送路51b~5nbの一端との間にはそれぞれ偏光多重手段41、42、・・・、4nが接続されている。各偏光多重手段41~4nは、送信手段31b~3nbのそれぞれから出力される第1及び第2の光信号を、互いに偏光状態の異なる光信号に変換して、伝送路51b~5nbへ送出するものである。偏光多重手段41は、図11に示すように、送信手段31bの波長多重送信器312の出力側に接続された偏光回転子4

11と、送信手段31bの波長多重送信器311及び偏光回転子411それぞれの出力側に接続されたフォトカプラ412とにより構成されている。フォトカプラ412の出力側は伝送路51bの一端に接続されている。

【0054】偏光回転子41は、入射光の偏光面を90°回転させるものであり、例えばファラデー回転子を使用される。フォトカプラ412は、波長多重送信器311から直接入力された第1の光信号と、偏光回転子411を通過して偏光面が回転した第2の光信号とを結合するものである。

【0055】送信手段31bの波長多重送信器311、312からは、偏光面が一定の第1及び第2の光信号が出力される。第1及び第2の光信号がともにP偏光であるとする。図12に示すように、第2の光信号は偏光回転子411により偏光面を90°回転させられて、Q偏光となり、フォトカプラ412に入力される。これに対して、第1の光信号は直接フォトカプラ412に入力されるので、第1の光信号の偏光面は維持される。したがって、フォトカプラ412にはP偏光の第1の光信号とQ偏光の第2の光信号とが入力されることになる。これらの偏光面が直交する2本の光信号は、フォトカプラ412により1本の光信号に結合され、伝送路51bの一端に入射される。

【0056】伝送路51b~5nbには、入射された光信号の偏光状態が保持される偏光保持ファイバ (polarization-maintaining fiber) が使用される。通常の単一モード光ファイバでも、偏光面が直交する2本の光信号を送信可能である。しかし、ファイバに外力が加わったり、ねじれが生じたりすると、偏光状態が保持されなくなる。そこで、偏光保持ファイバを使用することにより、伝送路51b~5nbに様々な外力が加わるような状況でも、偏光状態を変化させないで2本の光信号を受信系Bに伝送できる。このように、偏光状態の異なる2本の光信号を1本の伝送路で伝送できるので、nM本の送信データD1~DnMを低速データD1-1~DnM-2に分割しても、波長多重してから偏光状態を変えることにより、n×M本の送信データD1~DnMをそのままn本の伝送路51b~5nbで伝送できる。

【0057】次に、受信系Bについて説明する。図13は、第2の実施の形態の受信系Bの構成を示すブロック図である。また図14は、図13における受信手段71b及び合成手段81bの構成を示すブロック図である。図13及び図14において、図1に示した並列データ伝送方式と同一又は同等部分を同一符号をもって示し、適宜その説明を省略する。図13に示すように、受信系Bは、n個の偏光フィルタ (偏光分離手段) 61、62、・・・、6nと、n個の受信手段71b、72b、・・・、7nbと、n個の合成手段81b、82b、・・・、8nbと、通倍器8cと、信号処理部9bとにより構成されている。

【0058】図13に示すように、伝送路51b~5nbの他端にはそれぞれ偏光フィルタ61~6nが接続されている。偏光フィルタ61~6nのそれぞれは、伝送路51b~5nbからの光信号を、偏光面に基づき、第1及び第2の光信号に分離して出力するものである。偏光フィルタ61~6nには、例えば光ファイバ偏光ビームスプリッタが使用される。

【0059】偏光フィルタ61~6nの出力側にはそれぞれ受信手段71b~7nbが接続されている。受信手段71b~7nbはそれぞれ、送信手段31b~3nbにより多重化された第1及び第2の光信号を、原低速データD1-1~D1-2, ..., DnM-1~DnM-2に変換して出力するものである。受信手段71bは、図14に示すように、図5における受信器71a、72aとそれぞれ同じ構成の2個の受信器711、712により構成されている。一方の受信器711は、第1の光信号を一方の原低速データD1-1~DM-1と分周送信クロックTCK' とに変換して、分周送信クロックTCK' を分周受信クロックRCK' として出力する。また、他方の受信器712は、第2の光信号を他方の原低速データD1-2~DM-2に変換して出力する。

【0060】なお、受信器711、712が図6に示した受信器71aと同様の構成をしている場合、受信器711、712それぞれの波長分離手段により受信手段71bの波長分離手段が構成され、受信器711、712それぞれの光電変換手段により受信手段71bの光電変換手段が構成される。

【0061】また、受信器711、712が図7に示した受信器71aと同様の構成をしている場合、受信器711、712それぞれの光電変換手段により受信手段71bの光電変換手段が構成され、受信器711、712それぞれの周波数分離回路152により受信手段71bの周波数分離手段が構成され、受信器711、712それぞれの復調手段により受信手段71bの復調手段が構成される。ここで、偏光フィルタ61により分離された第1及び第2の光信号はそれぞれ、各受信器711、712の光電変換手段により第1及び第2の電気信号に変換され、各受信器711、712の周波数分離回路152により周波数を基に複数の変調波に分離され、各受信器711、712の復調手段により原低速データD1-1~DnM-2等に復調される。なお、他の受信手段72b~7nbは、図5における受信器72aと同じ構成の2個の受信器により構成されている。

【0062】受信手段71b~7nbの出力側にはそれぞれ合成手段81b~8nbが接続されている。さらに、合成手段81b~8nbには、受信手段71bから出力される分周受信クロックRCK' が入力される。合成手段81b~8nbのそれぞれは、分周受信クロックRCK' に同期して、受信手段71b~7nbから出力

される低速データD1-1, D1-2, ..., DnM-1, DnM-2のうちの2本を合成して、ビットレートが2倍の受信データD1~DnMに再生するものである。

【0063】合成手段81bは、図14に示すように、図5における合成回路81aと同じ構成のM個の合成回路811, 812, ..., 81Mにより構成されている。このうち合成回路811は、低速データD1-1とD1-2とが入力されるように、受信手段71bを構成する受信器711, 712それぞれの出力側に接続されている。他の合成回路812~81Mも同様に、受信器711, 712それぞれの出力側に接続されている。他の合成手段82b~8nbについても同様である。

【0064】また、受信手段71bの出力側には、通倍器8cが接続されている。合成手段81b~8nb及び通倍器8cの出力側には信号処理部9bが接続されており、この信号処理部9bにn×M本の受信データD1~DnMが並列に入力されるとともに、受信クロックRCKが入力される。

【0065】次に、図10に示した送信系と図13に示した受信系とからなる並列データ伝送方式の動作を説明する。送信系Aにおいて、信号処理部1bからn×M本の送信データD1~DnMが並列に出力される。このうちM本の送信データD1~DMが分割手段21bに入力され、送信クロックTCKに同期してビットレートが1/2の2M本の低速データD1-1, D1-2, ..., DM-1, DM-2に分割される。

【0066】M本の送信データD1~DMに基づく一方のM本の低速データD1-1~DM-1は、送信手段31bで波長多重された第1の光信号に変換される。また、M本の送信データD1~DMに基づく他方のM本の低速データD1-2~DM-2についても同じく、送信手段31bで第2の光信号に変換される。偏光多重手段41は、第2の光信号の偏光面を回転させて第1及び第2の光信号の偏光面を直交させたあと、伝送路51bの一端に入射させる。互いに偏光面が直交する2本の光信号は、1本の伝送路51b内で干渉し合うことがない。

【0067】伝送路51bにより受信系Bへ伝送された光信号は、偏光フィルタ61により、偏光状態の異なる第1の光信号と第2の光信号とに分離される。第1及び第2の光信号は、受信手段71bにより低速データD1-1~DM-2に変換される。そして、低速データD1-1~DM-2は受信分周クロックRCK' に同期して合成手段81bにより合成され、送信系Aにおいて分割される前の送信データD1~DMと同じ受信データD1~DMが再生され、信号処理部9bに出力される。他のチャネルについても同様である。すなわち、送信系Aにおいて、送信データが一旦分割されたあと、偏光状態の異なる2本の光信号に変換され、伝送路52b~5nbにより受信系Bに伝送される。そして、受信系Bにおい

て、送信系 A から伝送された 2 本の光信号から受信データが再生される。

【0068】このように、図 10 及び図 13 に示した並列データ伝送方式では、伝送路 51b ~ 5nb における波長多重が限界の場合でも、互いに偏光状態の異なる 2 本の光信号に変換して伝送することにより、各送信データをビットレートが  $1/2$  の 2 本の低速データに分割することが可能となる。このため、各伝送路 51b ~ 5nb 間のスキューが、分割前の送信データ D1 ~ DnM の周期の 2 倍未満であれば、スキューが分割後の低速データ D1-1 ~ DnM-2 の周期よりも小さくなるので、共通のクロック RCK' で同期をとることができる。したがって、図 10 及び図 13 に示した並列データ方式は、分割前の送信データ D1 ~ DnM の周期をスキューの  $1/2 \sim 1$  倍に設定できるときに特に有効であり、この場合にスキュー補正をする必要がなくなる。

【0069】なお、各受信手段 71b ~ 7nb から出力された各低速データ D1-1 ~ DnM-2 の中央部と受信分周クロック RCK' とのズレが各低速データ D1-1 ~ DnM-2 の周期の  $1/2$  未満となるように、nM 本の送信データ D1 ~ DnM の周期を設定してもよい。

【0070】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、送信系内のデータを分割した低速データを受信系に送出する。これにより、受信系では各伝送路間のスキューよりも周期の長い低速データが受信されるので、スキューを補正することなく各伝送路間で同期をとることができる。したがって、高速伝送を行う場合であっても、複雑な制御をすることなく各伝送路間で同期をとることができる。また、分割して得られた低速データを多重化して伝送することにより、限られた伝送路で大容量の伝送が可能となる。また、請求項 2 記載の発明では、分割手段の分割数 m を、受信系に伝送された低速データの中央部と第 1 のクロックとのズレが  $1/2$  周期未満となるように設定することにより、各伝送路間で発生するスキューを補正することなく、各伝送路間で同期をとることができる。

【0071】また、請求項 3 及び 4 記載の発明では、送信手段及び受信手段が電気信号と光信号とを変換する手段を含んでいるので、光伝送を実現できる。これにより、電気伝送よりも大容量のデータ伝送が可能になる。また、請求項 5 記載の発明では、各分割手段の同期をとる第 2 のクロックを分周して受信系に伝送し、これを用いて各合成手段の同期をとる。これにより、データの分割と低速データの合成に、第 2 のクロックとこれから生成されたクロックを用いることができるので、同期外れを低減することができる。

【0072】また、請求項 6 記載の発明では、送信系内の M 本のデータを 2 M 本の低速データに分割し、これらを二分してそれぞれ波長多重した後、互いに偏光状態の

異なる光信号に変換して伝送する。これにより、伝送路における波長多重が限界の場合でも、受信系では各伝送路間のスキューよりも周期の長い低速データが受信される。このため、このスキューを補正することなく各伝送路間で同期をとることができる。また、請求項 7 記載の発明では、分割前の M 本のデータの周期を、受信系に伝送された低速データの中央部と第 1 のクロックとのズレが  $1/2$  周期未満となるように設定することにより、各伝送路間で発生するスキューを補正することなく、各伝送路間で同期をとることができる。

【0073】また、請求項 10 記載の発明では、各分割手段の同期をとる第 2 のクロックを分周して受信系に伝送し、これを用いて各合成手段の同期をとることにより、請求項 5 記載の発明と同じ効果を得ることができる。また、請求項 12 記載の発明では、第 1 及び第 2 の光信号のうちの一方の偏光面を回転させるので、1 個の偏光回転子を用いて、互いに偏光状態の異なる光信号を得ることができる。また、請求項 14 記載の発明では、偏光保持ファイバを用いて伝送路を形成しているので、伝送路に様々な外力の加わるような状況であっても、請求項 6 ~ 13 記載の発明と同じ効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明による並列データ伝送方式の第 1 の実施の形態の全体構成を示すブロック図である。

【図 2】 図 1 における送信系の構成を示すブロック図である。

【図 3】 波長多重送信器の構成を示すブロック図である。

【図 4】 波長多重送信器の他の構成を示すブロック図である。

【図 5】 図 1 における受信系の構成を示すブロック図である。

【図 6】 受信器の構成を示すブロック図である。

【図 7】 受信器の他の構成を示すブロック図である。

【図 8】 分割回路の分割数  $m = 2$  の場合における送信系内のデータ及びクロックのタイミングチャートである。

【図 9】 分割回路の分割数  $m = 2$  の場合における受信系内のデータ及びクロックのタイミングチャートである。

【図 10】 本発明による並列データ伝送方式の第 2 の実施の形態の送信系の構成を示すブロック図である。

【図 11】 図 10 における分割手段、送信手段及び偏光多重手段の構成を示すブロック図である。

【図 12】 偏光回転子による偏光面の回転の様子を示す模式図である。

【図 13】 本発明による並列データ伝送方式の第 2 の実施の形態の受信系の構成を示すブロック図である。

【図 14】 図 13 における受信手段及び合成手段の構

成を示すブロック図である。

【図15】 スキューにより発生する問題を説明するためのタイミングチャートである。

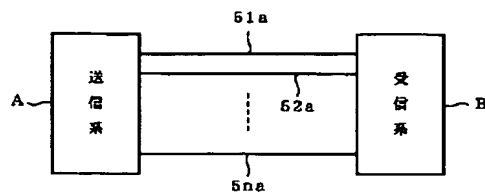
【図16】 スキュー補正手段の構成の一例を示すブロック図である。

【符号の説明】

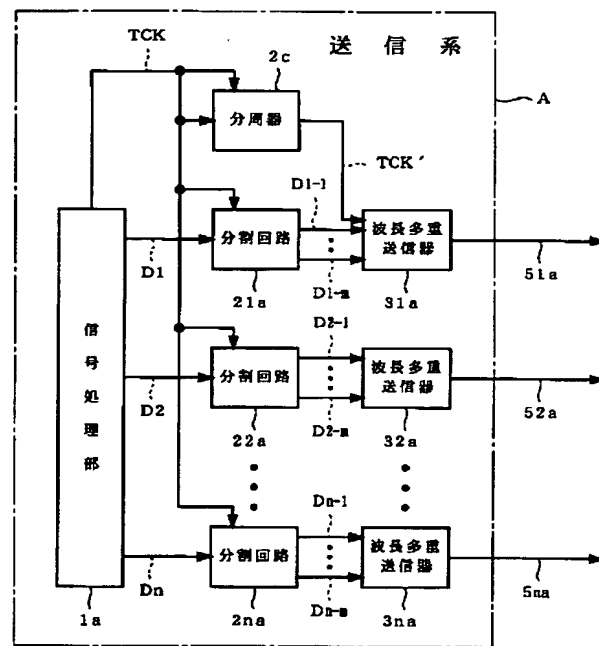
1a, 1b, 9a, 9b…信号処理部、2c…分周器、8c…通倍器、21a~2na…分割回路、21b~2nb…分割手段、31a~3na…波長多重送信器、31b~3nb…送信手段、41~4n…偏光多重手段、51a~5na, 51b~5nb…伝送路、61~6n…偏光フィルタ、71a~7na…受信器、71b~7nb…受信手段、81a~8na…合成回路、81b~

8nb…合成手段、110~11m, 11c…LD駆動回路、120~12m, 12c…LD、131…フォトカプラ、132…周波数多重回路、141~14m, 14c…変調器、151…波長フィルタ、152…周波数分離回路、160~16m, 16c…PD、170~17m, 17c…増幅回路、181~18m, 18c…復調器、411…偏光回転子、A…送信系、B…受信系、D1~Dn, D1~DnM…送信データ、受信データ、D1-1~Dn-1, D1-1~DnM-2…低速データ、RCK…受信クロック、RCK'…分周受信クロック、TCK…送信クロック、TCK'…分周送信クロック。

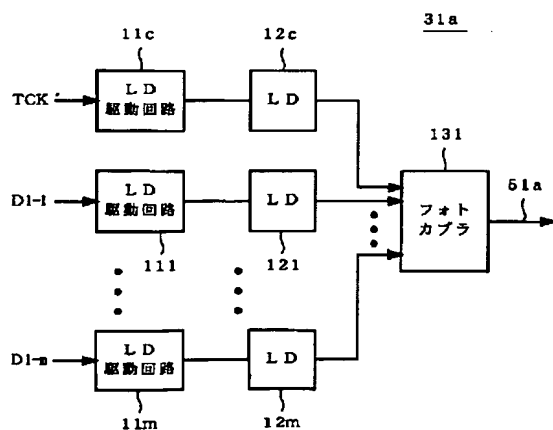
【図1】



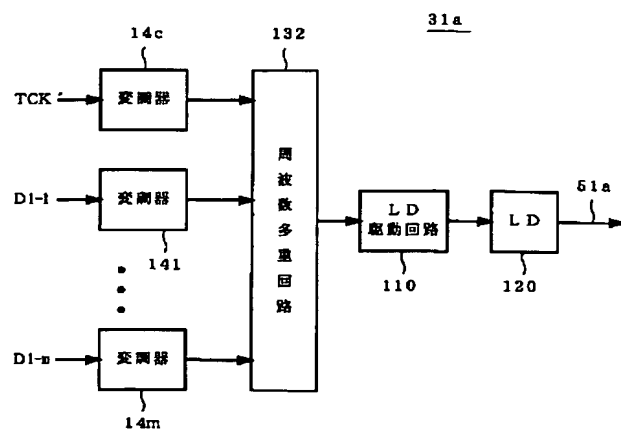
【図2】



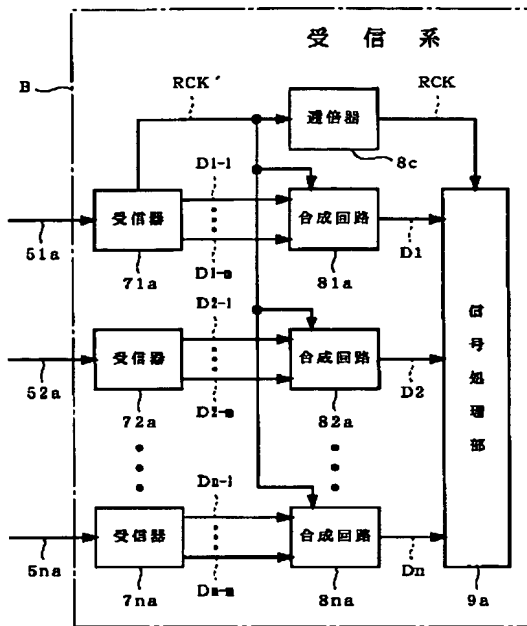
【図3】



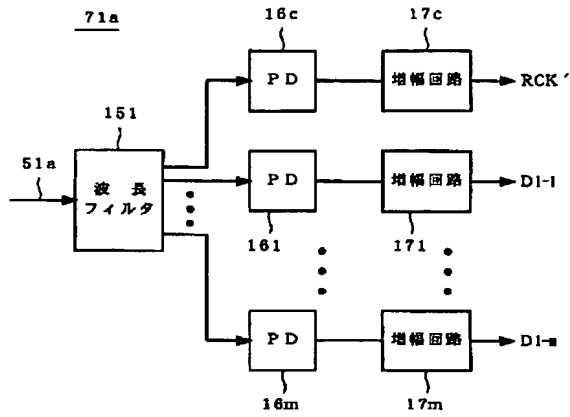
【図4】



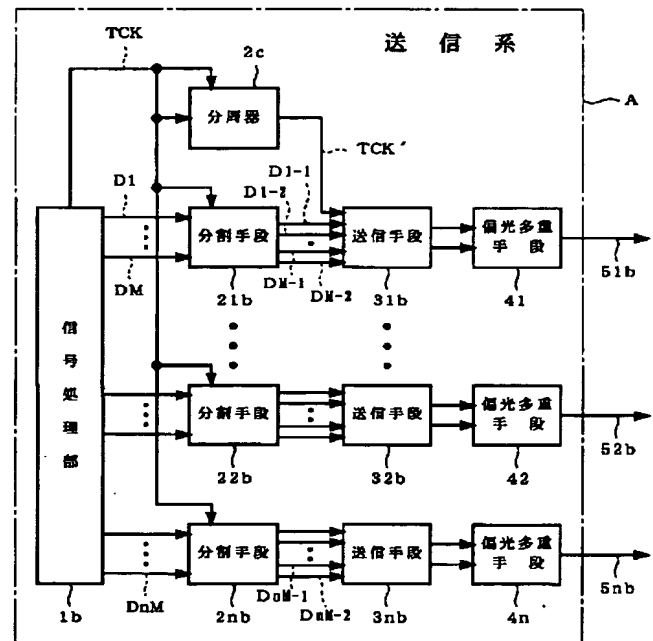
【図5】



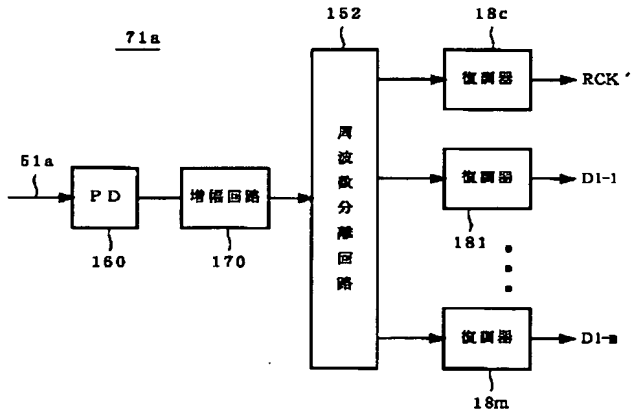
【図6】



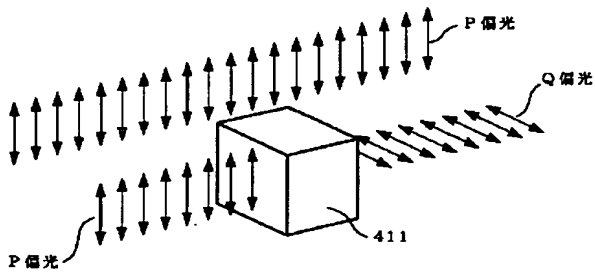
【図10】



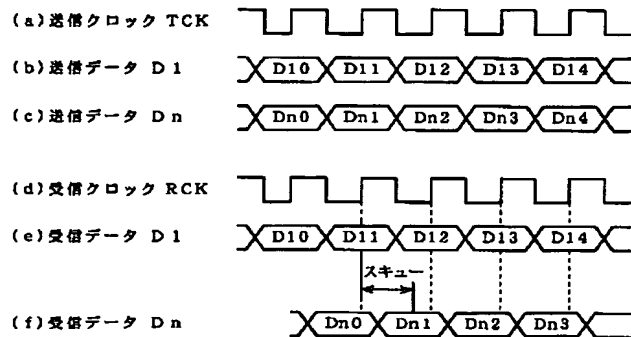
【図7】



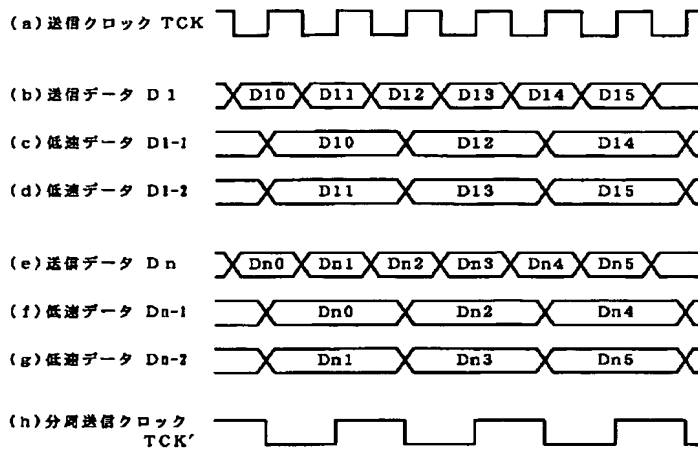
【図12】



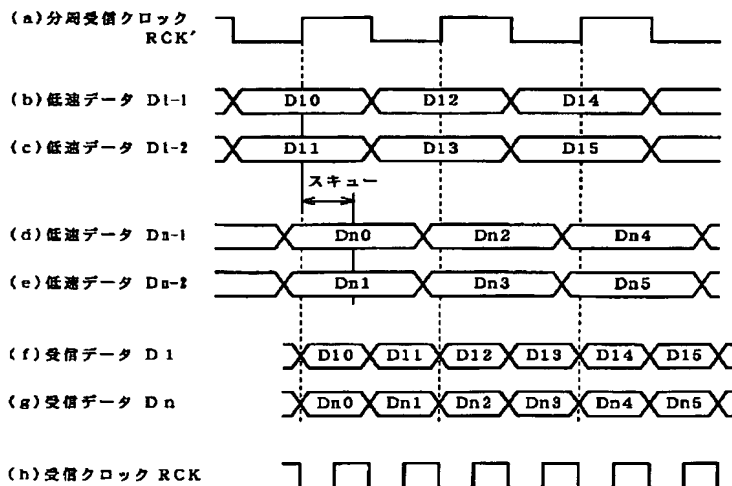
【図15】



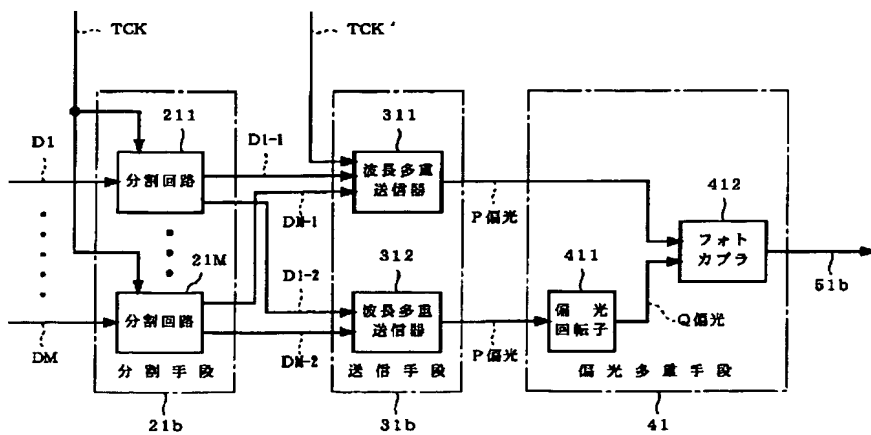
【図8】



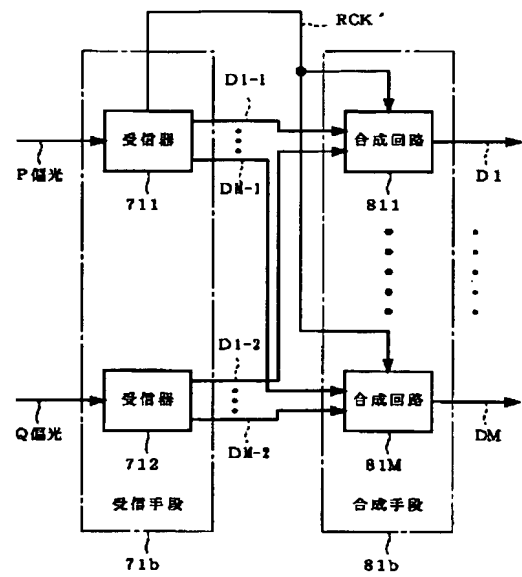
【図9】



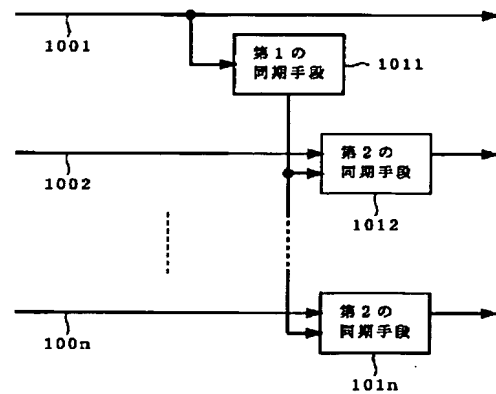
【図11】



【図14】

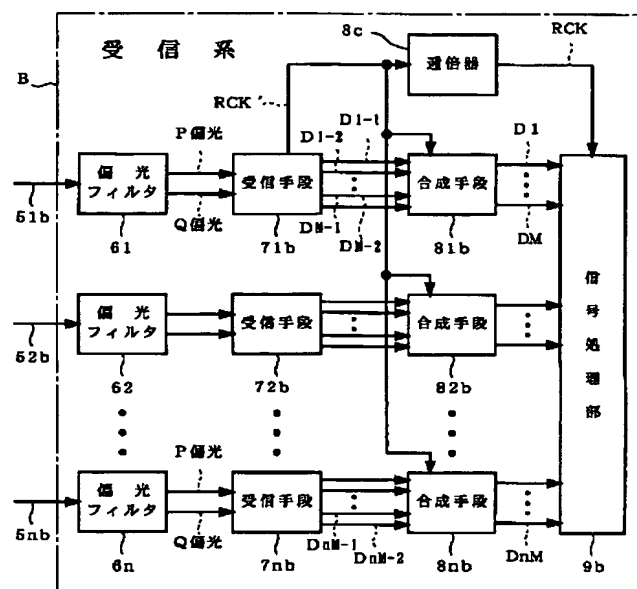


【図16】





【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**